

## AVR1518 : XMEGA-A1 Xplain練習 – XMEGA クロック システム

## 前提条件

- 必要な知識
  - ・ マイクロコントローラとCプログラミング言語の基礎知識
  - ・ AVR1512:XMEGA-A1 Xplain練習 – XMEGA基礎の完了
- ソフトウェア必要条件
  - ・ ATMEL® AVR Studio® 5
- ハードウェア必要条件
  - ・ XMEGA-A1 Xplain
  - ・ JTAGICEmk3(またはJTAGICEmk II かAVR ONE!)
- 予想完了時間
  - ・ 2時間

## 1. 序説

ATMEL AVR® XMEGA®は多数のクロック元を支援する進んだクロックシステムを持ちます。それは統合された発振器、外部クリスタル用発振器と振動子の両方を結合します。高周波數位相固定化閉路(PLL:Phase Locked Loop)とクロック前置分周器は広範囲のクロック周波数を生成するのに使用することができます。校正機能(DPLL)が利用可能で、内部発振器の走行時自動校正に使用することができます。クリスタル用発振器停止監視器は遮蔽不可割り込み(NMI)の発行を許可にして、外部発振器が停止した場合に内部発振器に切り替えることができます。この練習は基礎を網羅しますが、AVR1003応用記述でXMEGAクロックシステムの更なる詳細を得るでしょう。

## 2. XMEGAクロックシステムの紹介

ATMEL® AVR® XMEGA®クロックシステムは内部と外部の両方でクロック元の大きな資産を提供します。加えて、内部PLLは1~31倍の係数範囲で、選択したクロック元を逡倍するのに使用することができます。

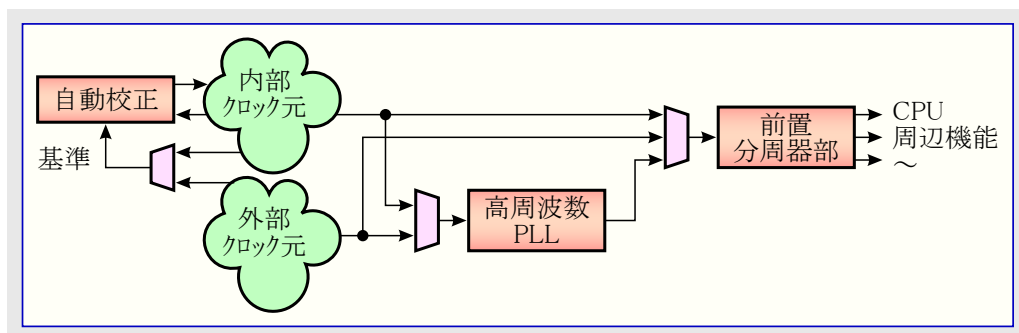
利用可能な内部の2MHzと32MHzの発振器は組み込みデジタル周波数固定化閉路(DPLL:Digital Frequency Locked Loop)の手助けで32kHzクロック元を対照にする自動校正用のハードウェア支援を持ちます。

ATMELのXMEGAは代表的にmsや秒などのように、より人間に友好的な時間の経緯を保つ専用の実時間計数器(RTC:Real Time Counter)も持ちます。

以降の章ではクロックシステムの各種部分をもっと詳細に調べるつもりです。

## 2.1. クロック元

容易な実装のため、XMEGAに対する既定のクロック設定は工場校正された内部2MHz供給元からの走行開始です。このように、既定設定で充分なら、コード実行を始めるのに外部部品やソフトウェア形態設定は全く必要ありません。



超低電力(ULP)32kHz RC発振器から自動校正機能付きの工場校正された32MHzリング発振器に及ぶ、(内部PLLを含めて)5つの内部クロック元があります。ULP 32kHz RC発振器を除く全ての供給元は主システムクロックに使用することができます。

例え主システムクロックにどれも使用されなくても、どの与えられた時間でも内部発振器の幾らでも許可することができます。また、いくつかのクロック元は、主クロックとして、そして同時に実時間計数器部署用のクロック元として使用することができる32kHz RC発振器のように複数の目的にさ使用されるかもしれません。



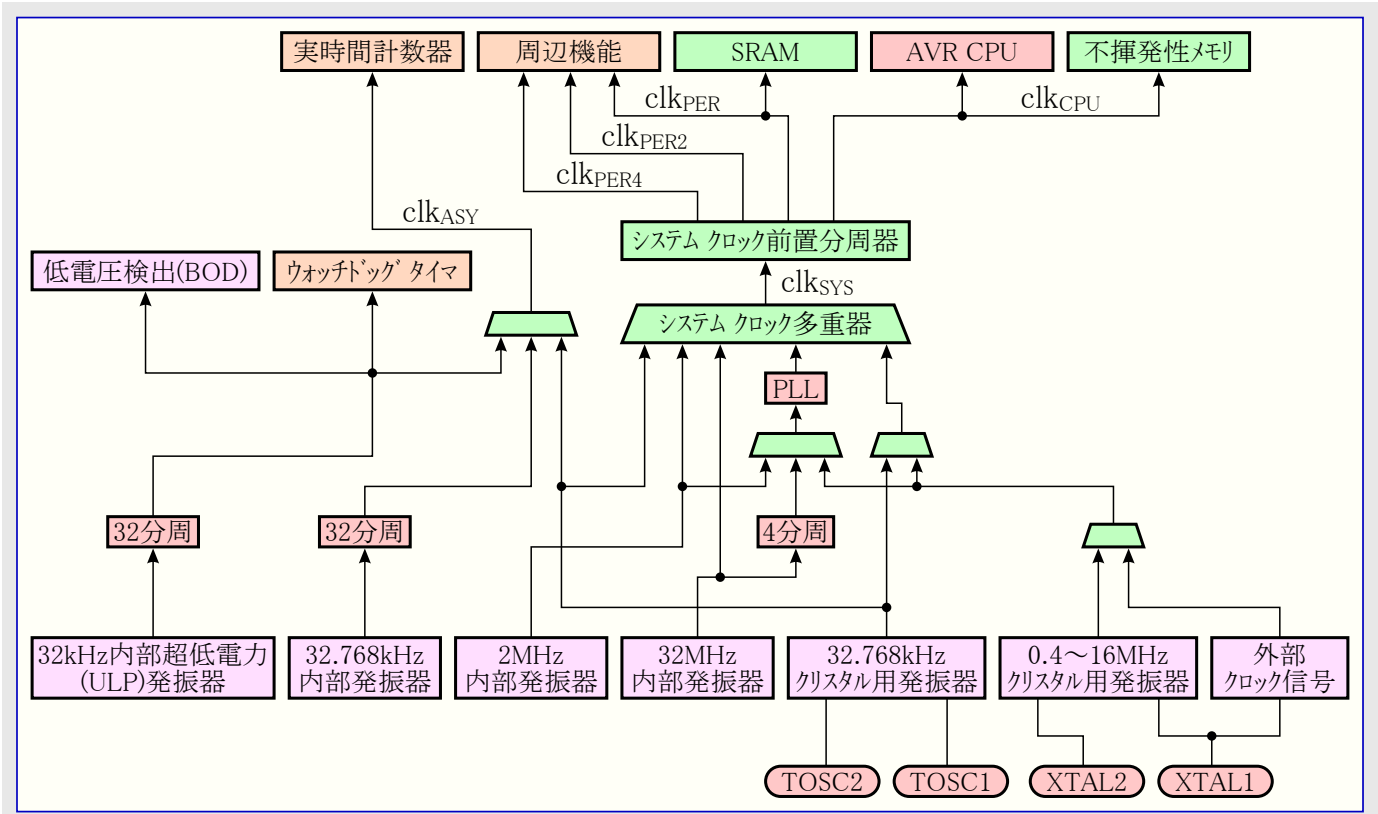
8ビット ATMEL  
マイクロコントローラ

## 応用記述

本書は一般の方々の便宜のため有志により作成されたもので、ATMEL社とは無関係であることを御承知ください。しおりのはじめにでの内容にご注意ください。

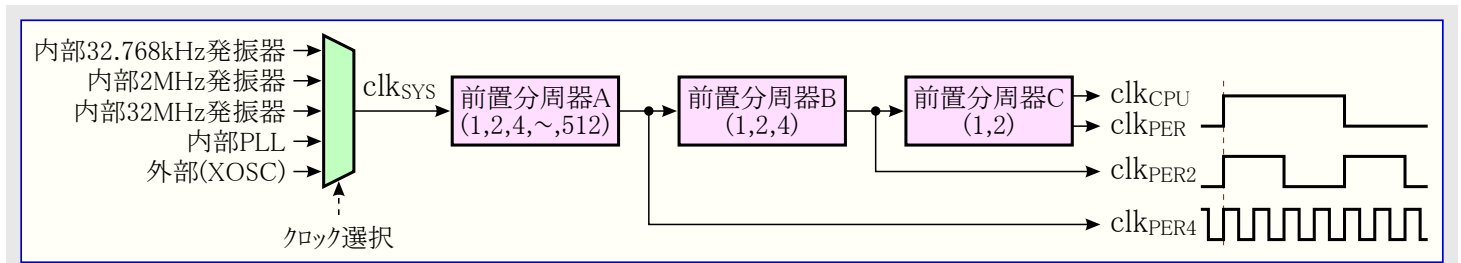
Rev. 8404A-07/11, 8404AJ1-03/14

内部クロック元のいくつかは一層より高い周波数を生成するために、内部PLLへの基準として使用することができます。以下の図はXMEGAクロックシステムをもっと詳細に示します。



## 2.2. システム クロック前置分周器

上図で示されるようなシステム クロック前置分周器は以下のようにもっと詳細に図解することができます。



前置分周器のA,B,Cは入力クロック選択に於いて一層多くの柔軟性を与えます。前置分周器と共に利用可能なクロック元のどれかを使用することにより、前置分周器のA,B,Cを再形態設定を行うことによって多数の周波数で周辺機能とCPUを正しく動かすことができます。

## 2.3. 走行時校正

ATMELのXMEGAは2MHzと32MHzの内部発振器の精度を改善するのに使用することができる2つの組み込みデジタル周波数固定化閉路(DFLL)を持ちます。DFLLは発振器の走行時自動校正を行うために、発振器周波数をより正確な基準クロックと比較します。基準クロック元に関する選択は以下の通りです。

- 32kHz校正付き内部発振器
- TOSCピンに接続された32kHz水晶用発振器

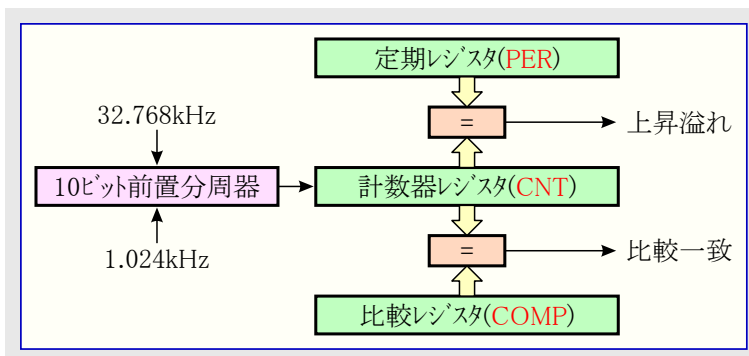
DFLLが許可されると、それは各発振器のクロック周期を計数し、各基準クロック端に対して、計数値は2つのクロック間の固定の理想的関係と比較されます。内部発振器が速すぎまたは遅すぎで走行している場合、DFLLは発振器周波数を僅かに調整するために対応するDFLL校正レジスタ値を1つ減少または増加します。

## 2.4. 実時間計数器

XMEGAは通常の計数器よりももっと人間に友好的な方法で時の経緯を保つための専用の計数器、実時間計数器またはRTCを持ちます。

この計数器用の基準クロックは代表的に外部の時計用高精度32kHzクリスタルです。このタイマ/カウンタは非同期にクロック駆動されて、低電力休止形態の多くで活動です。これは例えば休止の時でも時の経緯を保つことをマイクロコントローラに許します。

低い精度が必要とされるなら、外部クリスタルの代わりにRTCをクロック駆動するのに内部32kHz RC発振器を使用することが可能です。



RTC用の入力クロックは32kHzクロックを直接、または32kHzクロックの1kHz前置分周版にできます。加えてRTCは長時間に渡る正確な計時周期を選ぶため、独立した前置分周部を持ちます。30.5 $\mu$ sの最大分解能で、計時完了期間は2000秒までにも及びます。1秒の分解能では最大計時完了期間は18時間以上(65536秒)です。

RTCは割り込みや事象を生成することができる定期と比較の両方のレジスタを含みます。

## 2.5. 外部クロック元停止監視器

ATMELのXEGAは外部クロック元停止を処理するための機能を持ちます。この練習ではこの機能を示しません。より多くの情報についてはデバイスのデータシートと手引書を参照してください。

## 3. 概要

ここはこの練習に於ける課題の短い概要です。

### 課題1. システム クロックの変更

この課題では主クロックとして各種発振器間の変更方法を示します。

### 課題2. 内部PLLの使い方

この課題では内部PLLを使用してPLLに対する設定の変更方法を示します。利用可能な内部前置分周器も考察します。

### 課題3. 走行時校正

この課題では内部発振器の走行時自動校正の許可と禁止の方法を示します。

### 課題4. 実時間計数器

この課題ではRTCの形態設定方法とms、秒、分、時、日で時の経緯を保つ方法を示します。

ご幸運を!

## 4. 課題1: クロック切り替え

ATMELのXMEGAは多くのクロック元を持ちます。この課題ではMCUが走行中に内部発振器間を動的に切り替える方法を示します。

この課題の目的はあなたが以下の方法を知ることです。

- 利用可能なクロック システムドライバの使用
- 利用可能なクロック元の許可
- 各種クロック元間の動的切り替え



すること

課題:

1. XMEGA-ClockSystemフォルダに位置付けてください。xmega\_clock\_system.avrln解決ファイルを開き、始動(Startup)プロジェクトとしてそれを選択することによってTask1を活性に設定してください。
2. コードを全体を通して見て、どう構成設定されるかの理解を確実にしてください。
3. プロジェクトを構築し、異常がないことを確実にしてください。
4. デバッグ作業を開始してください。
5. 発振器を変更するためにスイッチを使用してください。LEDの点滅速度での違いを観測しましたか?。
6. デバッグをリセットしてコードを再び開始し、LEDが点滅する速度に注意してください。



リセット後、どの発振器が既定ですか?。

## 5. 課題2: 内部PLLの使い方

ATMELのXMEGAは走行時の周波数を動的に生成するのに使用することができる組み込み位相固定化閉路(PLL)も持ちます。この課題ではXMEGAのPLLを形態設定する方法とそれを再設定する方法を示します。

この課題の目的はあなたが以下の方法を知ることです。

- システム前置分周器の変更
- PLLの許可と主クロック元としてのその使用
- PLLパラメータの変更



### 課題:

すること

1. **XMEGA-ClockSystem**フォルダに位置付けてください。 `xmega_clock_system.avrslin` 解決ファイルを開き、始動(Startup)プロジェクトとしてそれを選択することによって**Task2**を活性に設定してください。
2. コードを全体を通して見て、どう構成設定されるかの理解を確実にしてください。
3. プロジェクトを構築し、異常がないことを確実にしてください。
4. デバッグ作業を開始してください。
5. 発振器を変更するのにスイッチを使用してください。LEDの点滅速度での違いを観測しましたか?。



何故それを許可することなく主クロックとして2MHz内部発振器に切り替えることができ、**課題1**で行ったように安定のために待つのは何故ですか?。

内部PLLの走行速度を再設定するための手順は何ですか?。

システム クロック前置分周器は何時でも変更することができますか?。

6. 時間が有るなら、`clkper4`に62MHz、そしてCPUに15.5MHzを生成することを許すコードを追加してください。

## 6. 課題3: 走行時校正

ATMELのXMEGAは内部の32MHzや2MHzのRC発振器を校正するのに使用することができる組み込みデジタル周波数固定化閉路(DFLL)を持ちます。DFLLは入力としてTOSCxピンに接続された外部32kHzクリスタル、または内部32kHz発振器のどちらかを使用することができます。DFLLが許可されると、2MHz/32MHz発振器の周波数は32kHz供給元と同期して定常的に調整されます。走行時校正の最高精度は外部32kHzクリスタルを使用することによって達成されます。

この課題の目的はあなたが以下の方法を知ることです。

- 2MHzと32MHzの内部発振器対する走行時校正の許可と禁止



### 課題:

すること

1. **XMEGA-ClockSystem**フォルダに位置付けてください。 `xmega_clock_system.avrslin` 解決ファイルを開き、始動(Startup)プロジェクトとしてそれを選択することによって**Task3**を活性に設定してください。
2. コードを全体を通して見て、どう構成設定されるかの理解を確実にしてください。
3. プロジェクトを構築し、異常がないことを確実にしてください。
4. デバッグ作業を開始してください。
5. 発振器を許可/禁止するのにスイッチを使用してください。



LEDの点滅速度で少しは違いを観測しましたか?。

何故そうではないのですか?。



2MHzに対する基準として外部32kHzクリスタルを、そして32MHzに対する基準として内部32kHz発振器を使用することは可能ですか?。

## 7. 課題4: 実時間計数器

ATMELのXMEGA A1は16ビット実時間計数器(RTC)を含みます。RTCは正確な32.768kHzクリスタル用発振器、32.768kHz校正付き内部発振器から、または32kHz超低電力内部発振器からクロック駆動することができます。

この課題では実時間時計と同様に時の経緯を保つために実時間計数器を使用する方法を示します。

この課題の目的はあなたが以下の方法を知ることです。

- 実時間計数器(RTC)の許可
- 時の経緯を保つためのRTCの使い方



### 課題:

すること

1. **XMEGA-ClockSystem**フォルダに位置付けてください。 `xmega_clock_system.avrslin` 解決ファイルを開き、始動(Startup)プロジェクトとしてそれを選択することによって**Task4**を活性に設定してください。
2. コードを全体を通して見て、どう構成設定されるかの理解を確実にしてください。
3. プロジェクトを構築し、異常がないことを確実にしてください。

4. デバッグ作業を開始してください。
  5. スイッチを保持することでRTC\_ticks、RTC\_seconds、RTC\_minutes、RTC\_hoursの現在値を表示することができます。
- RTC.PER設定の目的は何ですか?、そして1秒に対応するためにはどの値が設定されるべきですか?。



## 8. 要約

この練習でATMEL XMEGAのクロックシステムの各種の様子を考察しました。クロックを動的に変更する方法、内部PLLの使用法、内部発振器の走行時校正法、そして実時間計数器の使用法が示されました。XMEGAのクロックシステムの機能をもっと効率的に使い始めるためにAVR1003応用記述からのクロックシステム用ドライバの使用法も学びました。

## 9. 資料

- XMEGAの手引書とデータシート
  - <http://www.atmel.com/xmega>
- ATMEL AVR Studio 5
  - <http://www.atmel.com/avrstudio>
- ATMEL用IAR Embedded Workbench®コンパイラ
  - <http://www.iar.com/>

## 10. ATMEL技術支援センター

ATMELは以下の利用可能な多数の支援チャネルを持ちます。

- ウェブ入り口 : <http://www.atmel.no/> 全てのATMELマイクロコントローラ
- Eメール : [avr@atmel.com](mailto:avr@atmel.com) 全てのATMEL AVR製品
- Eメール : [avr32@atmel.com](mailto:avr32@atmel.com) 全ての32ビットAVR製品

以下のサービスへのアクセスを得るにはウェブ入り口で登録してください。

- 豊富なFAQデータベースへのアクセス
- 技術支援要請の容易な依頼
- あなたの過去の全支援要請の履歴
- ATMELマイクロコントローラ時事通信の受信のための登録
- 利用可能な練習と練習材料についての情報取得



#### *Atmel Corporation*

2325 Orchard Parkway  
San Jose, CA 95131  
USA  
TEL (+1)(408) 441-0311  
FAX (+1)(408) 487-2600  
[www.atmel.com](http://www.atmel.com)

#### *Atmel Asia Limited*

Unit 01-5 & 16, 19F  
BEA Tower, Millennium City 5  
418 Kwun Tong Road  
Kwun Tong, Kowloon  
HONG KONG  
TEL (+852) 2245-6100  
FAX (+852) 2722-1369

#### *Atmel Munich GmbH*

Business Campus  
Parking 4  
D-85748 Garching b. Munich  
GERMANY  
TEL (+49) 89-31970-0  
FAX (+49) 89-3194621

#### *Atmel Japan*

141-0032 東京都品川区  
大崎1-6-4  
新大崎勸業ビル 16F  
アトメル ジャパン合同会社  
TEL (+81)(3)-6417-0300  
FAX (+81)(3)-6417-0370

#### © 2011 Atmel Corporation. 全権利予約済

ATMEL®、ATMELロゴとそれらの組み合わせ、それとXMEGA®、AVR Studio®、AVR®、AVR®ロゴとその他はATMEL Corporationの登録商標または商標またはその付属物です。他の用語と製品名は一般的に他の商標です。

**お断り:** 本資料内の情報はATMEL製品と関連して提供されています。本資料またはATMEL製品の販売と関連して承諾される何れの知的所有権も禁反言あるいはその逆によって明示的または暗示的に承諾されるものではありません。ATMELのウェブサイトに表示する販売の条件とATMELの定義での詳しい説明を除いて、商品性、特定目的に関する適合性、または適法性の暗黙保証に制限せず、ATMELはそれらを含むその製品に関連する暗示的、明示的または法令による如何なる保証も否認し、何ら責任がないと認識します。たとえATMELがそのような損害賠償の可能性を進言されたとしても、本資料を使用できない、または使用以外で発生する(情報の損失、事業中断、または利益と損失に関する制限なしの損害賠償を含み)直接、間接、必然、偶然、特別、または付随して起こる如何なる損害賠償に対しても決してATMELに責任がないでしょう。ATMELは本資料の内容の正確さまたは完全性に関して断言または保証を行わず、予告なしでいつでも製品内容と仕様の変更を行う権利を保留します。ATMELはここに含まれた情報を更新することに対してどんな公約も行いません。特に別の方法で提供されなければ、ATMEL製品は車載応用に対して適当ではなく、使用されるべきではありません。ATMEL製品は延命または生命維持を意図した応用での部品としての使用に対して意図、認定、または保証されません。

#### © HERO 2014.

本応用記述はATMELのAVR1518応用記述(doc8404.pdf Rev.8404A-07/11)の翻訳日本語版です。日本語では不自然となる重複する形容表現は省略されている場合があります。日本語では難解となる表現は大幅に意識されている部分もあります。必要に応じて一部加筆されています。頁割の変更により、原本より頁数が少なくなっています。

必要と思われる部分には( )内に英語表記や略称などを残す形で表記しています。

青字の部分はリンクとなっています。一般的に赤字の0,1は論理0,1を表します。その他の赤字は重要な部分を表します。